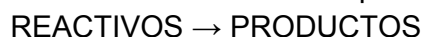


## 1. REACCIONES QUÍMICAS

Los cambios en la materia son procesos en los que las sustancias pasan de un estado inicial a otro final distinto. Pueden clasificarse en :

**Cambios físicos.** Son los que producen alteraciones en el aspecto de las sustancias pero no en su naturaleza, es decir, las sustancias siguen siendo las mismas. Al volver a las condiciones iniciales, las sustancias vuelven a su estado de partida.

**Cambios químicos.** Son proceso en los que unas sustancias se transforman en otras con propiedades diferentes. Las sustancias que se transforman se denominan reactivos, las que se obtienen, productos; el proceso se conoce como reacción química



Para poder afirmar que se ha producido una reacción química es necesaria una evidencia experimental, que puede ser un cambio de color, el desprendimiento de un gas, la aparición de un sólido (precipitado), etc. En el caso de que no se pueda apreciar esa evidencia experimental, será necesario estudiar si se han modificado propiedades características de las sustancias de partida.

Desde el punto de vista teórico, en toda reacción química se producen:

- Choque entre las moléculas de los reactivos
- Ruptura de los enlaces de las moléculas de los reactivos.
- Formación de nuevas moléculas con enlaces diferentes.

Sin embargo, para que los choques puedan provocar ruptura de enlaces, es decir, para que sean eficientes, es necesario que las moléculas se muevan con suficiente energía y que choquen en la dirección adecuada.

En las reacciones químicas, las moléculas de los reactivos chocan entre sí de manera que se rompen enlaces y se originan otros nuevos, formándose las moléculas de los productos.

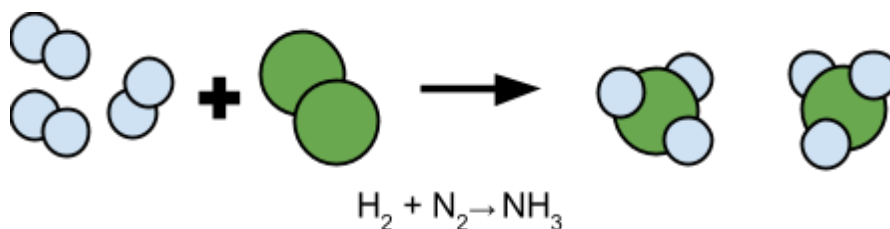
## 2. CONSERVACIÓN DE LA MASA EN LAS REACCIONES QUÍMICAS

En 1774 A. Lavoisier realizó diversos experimentos calentando en recipientes de vidrio cerrados muestras de metales y aire. Descubrió que la masa total antes y después del calentamiento era la misma. Estos hechos experimentales le llevaron a formular la ley de conservación de la masa.

Ley de conservación de la masa: en toda reacción química se conserva la masa, es decir, la suma de la masa de los reactivos es igual a la suma de la masa de los productos.

En 1800 Dalton formuló una teoría que podría explicar esta ley, indicando que, en una reacción, el número de átomos de cada elemento es el mismo en los reactivos y en los productos, aunque la organización de sus enlaces sea diferente.

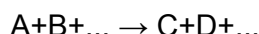
Un ejemplo de esto se pone de manifiesto en el modelo de partículas de la reacción entre el nitrógeno y el hidrógeno, ambos en estado gaseoso. El número de átomos de hidrógeno ( $\text{H}_2$ ) y nitrógeno ( $\text{N}_2$ ) es el mismo antes y después de que reaccionen para dar amoníaco ( $\text{NH}_3$ ).



### 3. REACCIONES QUÍMICAS

Una ecuación química es la representación simbólica y abreviada de una reacción química. Una ecuación química consta de:

- Dos miembros separados por una flecha ( $\rightarrow$ ) que indica el sentido en que se produce la reacción.



- Las fórmulas de los reactivos, que se escriben en el primer miembro, y las de los productos, que se escriben en el segundo.
- El estado físico de las sustancias que intervienen. Se escribe con una abreviatura entre paréntesis junto a la fórmula. Por ejemplo si en una reacción interviene agua en estado líquido, se escribirá  $\text{H}_2\text{O} (\text{l})$

#### Ajuste de ecuaciones químicas

Como en toda reacción química se cumple la ley de conservación de la masa, cuando se representan ecuaciones químicas hay que igualar el número de átomos en los dos miembros de la ecuación. Esta operación se denomina ajuste de la ecuación química.

Para ajustar ecuaciones químicas se deben seguir una serie de pasos. En la tabla siguiente se muestra, paso a paso, el proceso de ajuste de la ecuación química que representa la reacción entre el monóxido de carbono y el oxígeno para formar dióxido de carbono.

1. Se escribe la ecuación química	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <b>Reactivos</b>  <math>\text{CO} (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g})</math> </div> <div style="font-size: 2em;">→</div> <div style="text-align: center;"> <b>Productos</b>  <math>\text{CO}_2 (\text{g})</math> </div> </div>						
2. Se analizan los dos miembros de la ecuación, para ver si en ambos hay el mismo número de átomos de cada elemento	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 40%;">C: 1</td> <td style="width: 40%; text-align: right;">1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>O: 1 + 2</td> <td style="text-align: right;">2</td> </tr> </table>		C: 1	1		O: 1 + 2	2
	C: 1	1					
	O: 1 + 2	2					
3. Se añaden coeficientes delante de las fórmulas para igualar el número de átomos de cada elemento en ambos miembros.	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <math>2 \text{CO} (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g})</math> </div> <div style="font-size: 2em;">→</div> <div style="text-align: center;"> <math>\text{CO}_2 (\text{g})</math> </div> </div>						
4. Se comprueba la igualdad en el número de átomos de cada elemento	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 40%;">C: 2</td> <td style="width: 40%; text-align: right;">2</td> </tr> </table>		C: 2	2			
	C: 2	2					

	O: 2 + 2	4
--	----------	---

Para ajustar una ecuación química se debe tener en cuenta:

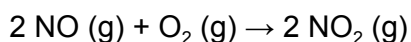
- El coeficiente afecta a todos los átomos de la fórmula a la que precede.  
Por ejemplo , 2 CO<sub>2</sub> indica 2 átomos de C y 4 de O.
- No es posible cambiar las fórmulas para ajustar la ecuación.  
Por ejemplo, sería incorrecto escribir: CO + O<sub>2</sub> → CO<sub>3</sub>
- No es posible agregar reactivos, porque se trataría de otra reacción.  
Por ejemplo: CO + O<sub>2</sub> + ½ O<sub>2</sub> es otra reacción.
- Si no aparecen coeficientes delante de la fórmula su coeficiente es 1.
- Si un elemento aparece solamente en un compuesto a cada lado de la ecuación, este es el que se ajusta primero.
- Si un elemento aparece solamente en un compuesto a cada lado de la ecuación, este es el que se ajusta primero.
- Si en la ecuación aparece un elemento libre, este es el que se ajusta en último lugar
- Se pueden utilizar coeficientes enteros o fraccionarios.

#### 4. INFORMACIÓN QUE PROPORCIONA UNA ECUACIÓN QUÍMICA AJUSTADA

Las ecuaciones químicas proporcionan información cualitativa y cuantitativa de la reacción química que representan. De ellas, se pueden extraer datos sobre:

- Las **fórmulas** de los reactivos y productos y su estado físico
- El **número de átomo** de cada elemento que interviene
- El **número de moléculas, número de moles** y, en el caso de los gases, el **volumen relativo** que ocupan (siempre que se mantengan las condiciones de presión y temperatura)
- **La masa** de los reactivos y de los productos

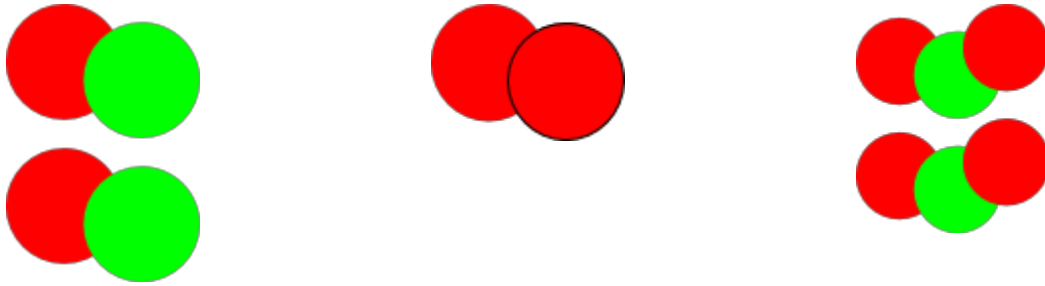
Por ejemplo, en la reacción entre el monóxido de nitrógeno y el oxígeno para formar dióxido de nitrógeno, la ecuación ajustada es:



De ella podemos deducir:

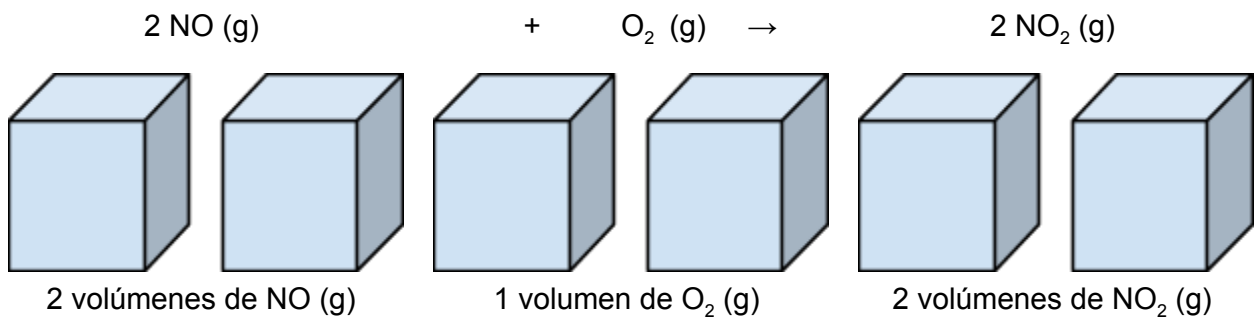
- a. El **estado físico**: en este caso tanto reactivos como productos son gases.
- b. **Información desde el punto de vista microscópico**:
  - La **proporción entre el número de moléculas** de reactivos y productos viene dada por los coeficientes. En esta reacción, 2 moléculas de NO reaccionan con 1 molécula de oxígeno para formar 2 moléculas de NO<sub>2</sub>
  - El **número de átomos** que intervienen. Se puede visualizar con el modelo molecular de la reacción.



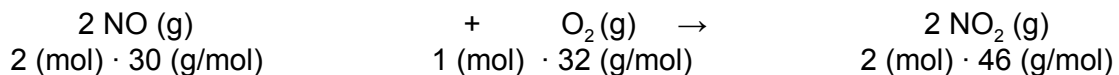


**c. Información desde el punto de vista macroscópico:**

- La proporción entre el número de moles de reactivos y productos viene dada también por los coeficientes. En este caso, 2 mol de NO reaccionan con 1 mol de oxígeno para formar 2 moles de NO<sub>2</sub>.
- La relación entre volúmenes de sustancias gaseosas, a igual presión y temperatura, está indicada por los coeficientes. Así, 2 volúmenes de NO reaccionan con 1 volumen de oxígeno para formar 2 volúmenes de NO<sub>2</sub>.



- La masa de las sustancias que intervienen se obtiene mediante las masas molares.



Es decir, 60 g de NO reaccionan con 32 g de O<sub>2</sub>, para dar 92 g de NO<sub>2</sub>

## 5. CÁLCULOS QUÍMICOS

Si se conoce la cantidad de una sustancia que interviene en una reacción, mediante las ecuaciones químicas, se pueden calcular las cantidades de las demás sustancias.

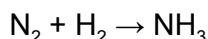
### Cálculos químicos con masas

Para realizar cálculos químicos con masas se aplica la ley de conservación de la masa y se establecen relaciones entre los moles de los reactivos y de los productos, y sus masas.

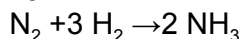
Pasos a seguir, algún paso se puede eliminar según lo que pida el problema:

1. Ajustar la reacción química
2. Cálculo de las masas molares.
3. Convertir los gramos en moles
4. Regla de tres para obtener los moles de las otras sustancias que se piden
5. Convertir los gramos en moles

**Ejemplo.** Calcula los gramos de  $H_2$  y  $N_2$  necesarios para producir 85 gr de  $NH_3$



**1. Ajustar la reacción química.**



**2. Calcular las masas molares.**

$$H_2: 2H = 2 \cdot 1 = 2; M_{H_2} = 2$$

$$N_2: 2N = 2 \cdot 14 = 28; M_{N_2} = 28$$

$$NH_3: 1N + 3H = 14 + 3 \cdot 1 = 17; M_{NH_3} = 17$$

**3. Convertir los gramos en moles.**

$$\text{Como } n_{NH_3} = m/M; n = 85/17 = 5 \text{ moles de } NH_3$$

**4. Regla de tres con la ecuación ajustada y los moles**

$$1 \text{ mol } N_2 \text{ ----- } 2 \text{ moles } NH_3$$

$$x \text{ moles ----- } 5 \text{ moles } NH_3$$

$$x = 5 \cdot 1/2 = 2,5 \text{ moles de } N_2$$

$$3 \text{ mol } H_2 \text{ ----- } 2 \text{ moles } NH_3$$

$$x \text{ moles ----- } 5 \text{ moles } NH_3$$

$$x = 3 \cdot 5/2 = 7,5 \text{ moles de } H_2$$

**5. Convertir los moles en gramos**

$$n_{N_2} = m/M;$$

$$2,5 \text{ moles} = m / 28$$

$$m = 2,5 \cdot 28 = 70 \text{ gramos}$$

$$n_{H_2} = m/M$$

$$7,5 \text{ moles} = m / 2$$

$$m = 7,5 \cdot 2 = 15 \text{ gramos}$$

## Cálculos químicos con volúmenes

Los cálculos de volumen con gases se basan en la ley de Avogadro.

**Ley de Avogadro:** el mismo número de moles de gases diferentes ocupan el mismo volumen, siempre que se mida a igual presión y temperatura.

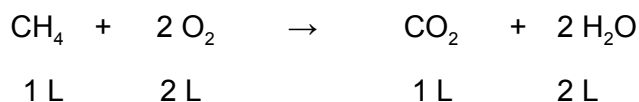
Es decir, los volúmenes de los distintos gases que intervienen en una reacción guardan entre sí la misma relación que su número de moles.

Cuando se quema gas metano,  $CH_4$ , en presencia de oxígeno, se obtiene dióxido de carbono,  $CO_2$ , y agua,  $H_2O$ , en estado gaseosos.

Si se han consumido 30 litros de  $CH_4$ , calcula los volúmenes (en litros) de  $CO_2$  y de  $H_2O$  que se producirán, y el de  $O_2$  necesario, sabiendo que todos estos gases están a igual presión y temperatura.

1. Escribimos y ajustamos la reacción:

2. Se anotan los volúmenes haciéndolos coincidir con los coeficientes.



3. Se hace la regla de tres para calcular los litros de las sustancias que nos piden

## 6. ASPECTOS ENERGÉTICOS DE LAS REACCIONES QUÍMICAS

Todas las sustancias químicas contienen en sus enlaces energía, la denominada energía química. En las reacciones, la energía química de los reactivos,  $E_r$ , es distinta de la energía química de los productos,  $E_p$ . La variación de esta energía se expresa como:

$$\Delta E = E_p - E_r$$

Si  $E_{\text{productos}} < E_{\text{reactivos}}$ , entonces  $\Delta E < 0$ , lo que significa que se desprende energía y esta se libera al entorno. En este caso, los reactivos se pueden considerar como fuentes de energía. La energía desprendida puede manifestarse de diferentes formas:

- Produciendo energía eléctrica. Por ejemplo, al utilizar una pila en un circuito eléctrico.
- Originando luz. Por ejemplo, en los fuegos artificiales o al quemar una cinta de magnesio o un montoncito de pólvora.

Además, como en cualquier transformación energética, una parte de la energía se disipa caloríficamente y se transforma en energía térmica.

Las reacciones químicas que transcurren con desprendimiento de energía se llaman reacciones exotérmicas.

Si  $E_{\text{productos}} > E_{\text{reactivos}}$  entonces  $\Delta E > 0$ , es decir, se absorbe energía y esta queda almacenada en los productos. La energía absorbida, necesaria para que se produzca la reacción, puede suministrarse de diferentes formas:

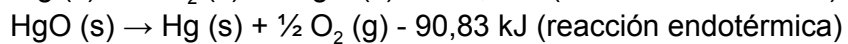
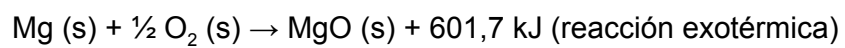
- **Mediante calor:** Por ejemplo, en la obtención de mercurio se calienta óxido de mercurio.
- **Como energía eléctrica:** por ejemplo, en los procesos electrolíticos, como la electrolisis del agua, se suministra energía eléctrica.
- **Mediante luz:** Por ejemplo, en la fotosíntesis de las plantas, que desprende de la energía luminosa procedente del sol.

Las reacciones químicas que transcurren con absorción de energía se llaman reacciones endotérmicas.

### Ecuaciones termoquímicas

Las ecuaciones termoquímicas son representantes simbólicas de reacciones químicas en las que se incluyen el término energético.

El término energético se añade en el segundo miembro de la ecuación con un signo y la energía expresada en julios. El signo es positivo (+) si la reacción desprende energía. Por ejemplo:



Otra forma de representar si una reacción absorbe o desprende energía es mediante esquemas energéticos. Para las reacciones anteriores.

